

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2002 年 10 月 25 日
Application Date

申請案號：091125200
Application No.

申請人：南亞科技股份有限公司
Applicant(s)

局長

Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 1 月 15 日
Issue Date

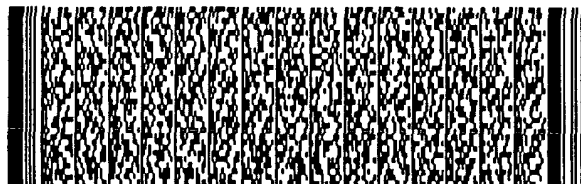
發文字號：09220040270
Serial No.

申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	氮化矽層的形成方法
	英文	METHOD FOR FORMING A SILICON NITRIDE LAYER.
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 林瑄智 2. 洪海涵 3. 李中元
	姓名 (英文)	1. Shian-Jyh Lin 2. Hai-Han Hung 3. Chung-Yuan Lee
	國籍	1. 中華民國 2. 中華民國 3. 中華民國
	住、居所	1. 嘉義縣竹崎鄉義隆村大坪頂1鄰18號 2. 桃園市國強二街277巷6弄16號 3. 桃園市青溪里33鄰三民路一段177號7樓
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 南亞科技股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. Nanya Technology Corporation.
	國籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 桃園縣龜山鄉華亞科技園區復興三路669號
	代表人 姓名 (中文)	1. 連日昌
	代表人 姓名 (英文)	1. Jih-Chang Lien

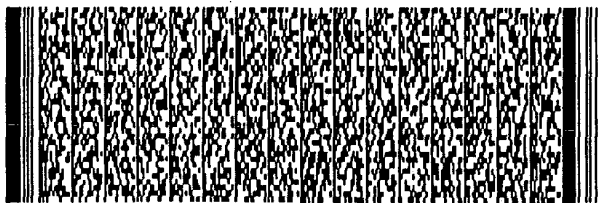


四、中文發明摘要 (發明之名稱：氮化矽層的形成方法)

本發明關於一種氮化矽層的形成方法，包括下列步驟：提供一表面有矽之基底；對上述矽表面施行一離子植入程序，以植入氮原子於矽表面內；以及施行一熱氮化製程，以於基底上形成一氮化矽層；此外，本發明亦關於應用上述方法於形成瓶型溝渠之製程。

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD FOR FORMING A SILICON NITRIDE LAYER.)

A method for forming a silicon nitride layer including the following steps: providing a substrate with silicon layer on it; performing a nitrogen ion implantation process to the silicon layer; and performing a thermal nitridation process to form a silicon nitride layer in the surface of the silicon layer. Besides, the present invention also provides the use of the above method in the process for forming a bottle shape trench.



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

五、發明說明 (1)

【發明領域】

本發明係有關於一種半導體製程，特別是有關於一種形成氮化矽(silicon nitride)層之半導體製程。

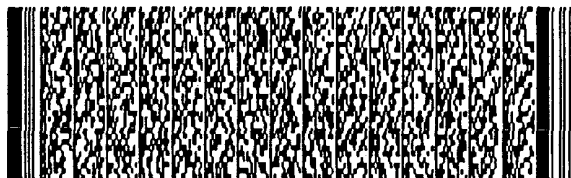
【發明背景】

氮化矽(silicon nitride; Si_3N_4)，為一種於半導體製程裡常見之介電材料(dielectric)，因其材料結構較為緻密且具有一定之機械強度，故不易為氧所滲透且對於鹼金屬離子的防堵能力與防水氣滲透之功效極佳並可抵擋機械性刮傷。故於半導體之製程應用上，常以氮化矽膜作為罩幕層(masking layer)、蝕刻或化學機械研磨(chemical mechanical polishing; CMP)程序之停止層(stop layer)或保護層(passivation layer)。

根據上述目的，形成氮化矽材料的方法可大致分為兩種，一為低壓化學氣相沉積法(low pressure chemical vapor deposition; LPCVD)及另一為電漿加強型化學氣相沉積法(plasma enhance chemical vapor deposition; PECVD)。

於使用低壓化學氣相沉積法(LPCVD)之氮化矽沉積製程中，目前常以二氯甲烷($\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$)與氨氣(NH_3)為反應氣體，於適當的溫度與低壓下混合，以形成氮化矽的沉積，通常所需之溫度約在 $700\sim 800^\circ\text{C}$ ，壓力約在 $0.1\sim 1$ Torr左右。

而使用電漿加強型化學氣相沉積法(PECVD)之氮化矽



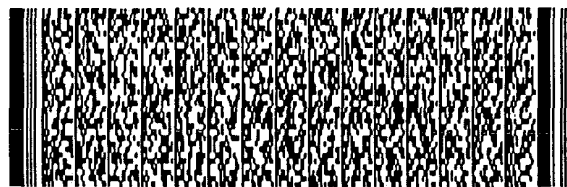
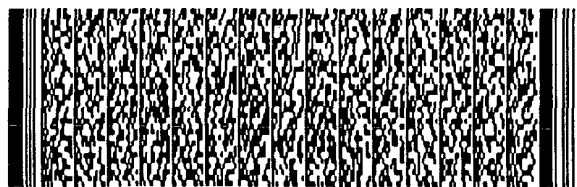
五、發明說明 (2)

沉積製程中，則以矽甲烷、氮氣及氬氣為主要之反應氣體，於較低溫度下(低於 450°C)下，其所沉積之氮化矽中含有氮成份，並依照實際操作條件之不同，其成份介於7~30%間，故所沉積而成之氮化矽之實際化學計量(stoichiometry)與由上述低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所沉積之氮化矽有所不同，而常以 SiN_x 表示。

故於實際之半導體製程中，常以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)沉積一較厚之氮化矽層，以作為半導體製程中之罩幕層或蝕刻及化學機械研磨程序之停止層。而使用電漿加強型化學氣相沉積法(PECVD)於較低之製程溫度下形成一較厚之氮化矽以作為半導體後段製程中之保護層(passivation layer)。

除了上述兩種常用之形成氮化矽材料之方法外，另外亦可利用熱氮化法(thermal nitridation)，例如是爐管氮化製程(furnace nitridation)或快速熱氮化製程(rapid thermal nitridation; RTN)，於充滿氮離子的高溫環境下($>1000^{\circ}\text{C}$)，將半導體基底上所露出之矽材料部份，直接與環境中之氮離子反應而形成一氮化矽層，以下請參照第1圖，以作為利用熱氮化法形成一氮化矽層之剖面示意圖。

於第1圖中，首先提供一表面有矽之基底10，例如為一矽基底，而於此基底10上，存在有露出其矽表面之一平坦區域及一開口OP，接著施行一熱氮化(thermal nitridation)製程，利用裝置於周圍環境中之加熱器(圖

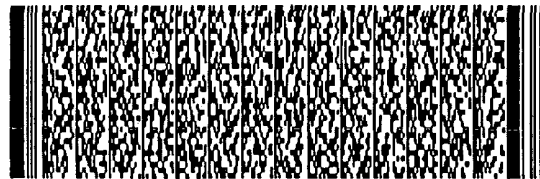
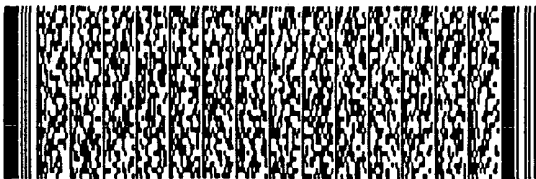


五、發明說明 (3)

未顯示)間接地加熱此半導體基底10至一預定高溫，隨後通入一含氮之反應氣體G，此含氮之反應氣體G於此高溫環境下受熱分解而釋出氮原子，並於此高溫下與此半導體基底10之水平表面與開口OP內所露出之矽表面反應，而形成氮化矽層12。

然而，由於所形成之氮化矽(silicon nitride； Si_3N_4)層材料結構緻密，故於基底10表面與開口OP內所露出之矽表面之矽原子與環境中之氮原子反應後，而形成一薄之氮化矽膜後，於環境中氮原子便很難經由後續之質傳作用(即擴散作用)，更與基底10內之矽原子進行反應以增厚此氮化矽層12，故利用上述之熱氮化法所形成之氮化矽層之厚度有限(約為20埃左右)，即使調整製程溫度及反應時間皆無法適度地調整所形成之氮化矽層厚度。

請參照表一，於固定反應氣體流量下(約20立方公分/分鐘，standard cubic centimeters per minute；SCCM)，採用上述之熱氮化法於單一矽晶圓上形成氮化矽層之實驗結果，在此上述熱氧化法係利用快速熱氮化法(rapid thermal nitridatio；RTN)所完成，所使用之製程溫度與反應時間皆詳列於表一內。



五、發明說明 (4)

表 一：

RTN 溫度(°C)	反應時間(秒)	形成膜厚(埃)
1050	34	17.4
1050	90	18.9
1100	90	20.5

如表一中，提升RTN反應溫度(約提升50°C)與反應時間(約提升兩倍時間)，所形成之氮化矽層膜厚增加量並無太大之變化(<2埃)，其所得結果符合上述之推論。

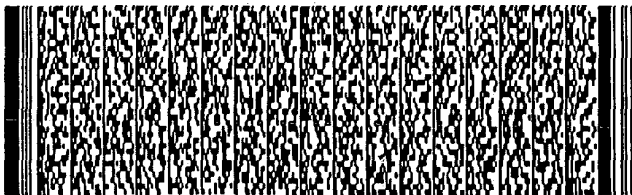
【發明概要】

有鑑於此，本發明的主要目的就是提供一種氮化矽層的形成方法，其可利用上述之熱氮化法，形成一具有較厚厚度之氮化矽層，以提升此法於實際半導體製程上形成氮化矽層之應用效果，以增加此法於製程上之應用性。

為達上述目的，本發明提供了一種氮化矽層的形成方法，包括下列步驟：

提供一表面有矽之基底；對上述矽表面施行一離子植入程序，以植入氮原子於矽表面內；以及施行一熱氮化製程，以於上述基底上形成一氮化矽層，其中上述氮化矽層包括上述矽表面內之氮原子於該矽表面反應而成之氮化矽。

如此，根據上述本發明之氮化矽層的形成方法，其應



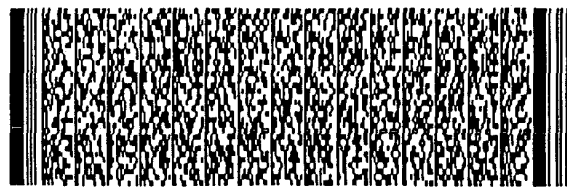
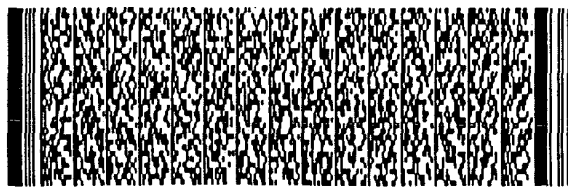
五、發明說明 (5)

用於形成瓶型溝渠之製程，包括下列步驟：

提供一矽基底；形成一溝渠於上述矽基底內；沉積一順應性之介電層於上述溝渠內；選擇性蝕刻該介電層，以露出溝渠側壁之上部周圍，留下為殘餘之介電層包覆溝渠之下部週圍；對溝渠側壁進行一離子植入程序，以植入氮離子於上述溝渠側壁旁之矽基底內；施以一熱氮化製程，以形成一氮化矽層於溝渠側壁表面，其中上述氮化矽層包含溝渠側壁旁之矽基底內之氮離子與矽基底反應而成之氮化矽；去除下部週圍內之介電層；以及以上述氮化矽層作為蝕刻罩幕，蝕刻下部週圍之矽基底，以形成一展開部(expanded region)，並由上部週圍內之溝渠以及下部週圍內之展開部形成一瓶型溝渠(bottle shape trench)。

如此，本發明之氮化矽層形成方法，其應用於形成瓶型溝渠之製程中所形成之氮化矽層，可依此瓶型溝渠之製程設計，形成一足夠之厚度，以於後續蝕刻矽基底以形成一展開部之過程中，提供較佳的蝕刻罩幕效果，以提升蝕刻製程之製程裕度(process window)，並可形成一較大之展開部。此展開部內具有一較大之表面積，配合其上方之溝渠所形成之瓶型溝渠，若應用於溝渠型電容器(trench shape capacitor)的製作上，便可提供此溝渠型電容器，於此展開部內形成一電容量較大之電容器。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉出較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

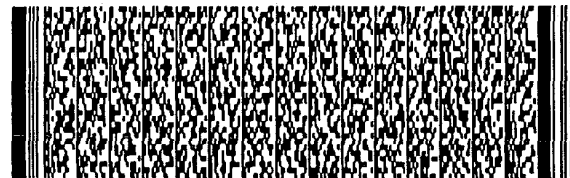


【實施例】

第2a圖~第2d圖為依據本發明之氮化矽層的形成方法所形成之氮化矽層之製程剖面示意圖。

首先請參照第2a圖，提供一基底100，例如為一矽基底，其上具有一露出之水平矽表面(在此為基底100表面)。接著，進行一離子植入程序110，以植入一預定劑量(約為 $1e14 \sim 5e17$ 原子/平方公分)之氮原子(N atom)於基底100內，所使用之氮原子來源例如為氮氣(N_2)，而於上述之離子植入程序中，除了將氮原子植入此水平矽表面內(在此為基底100)，並同時利用離子植入之能量(約為 $200eV \sim 200KeV$)將此水平矽表面內單晶矽結構間之鍵結破壞，以利後續之熱氮化製程中，氮原子可較容易擴散至更內層內與其中之矽原子反應，以形成一位於矽表面內之氮化矽層。

請繼續參照第2b圖，接著施行一熱氮化(thermal nitridation)製程，例如是爐管氮化製程(furnace nitridation)或快速熱氮化製程(rapid thermal nitridation; RTN)，利用裝置於周圍環境中之加熱器(圖未顯示)間接地加熱此基底100至一預定之製程溫度下(介於 $500 \sim 1200^\circ C$)，隨後通入一含氮之反應氣體G，例如為氮氣(N_2)、氨氣(NH_3)、笑氣(N_2O)或一氧化氮(NO)，此含氮之反應氣體G於此製程溫度下受熱分解而釋出氮原子，並於此高溫下與水平矽表面內(基底100)之矽原子反應，由



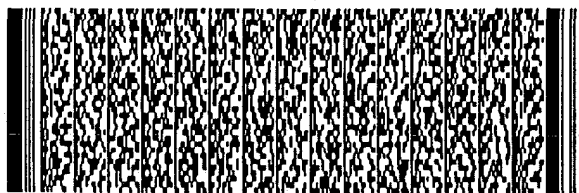
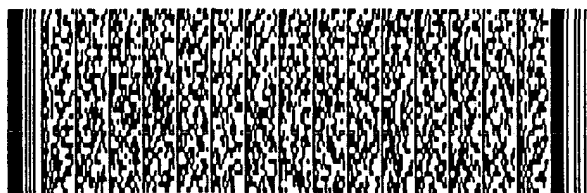
五、發明說明 (7)

於上述水平矽表面受先前離子植入程序能量破壞，故有利於此時環境中之氮原子擴散進入，與矽表面之矽原子經由熱氮化法反應而形成一位於水平矽表面之第一氮化矽層120a，並配合預先植入於水平矽表面內之氮原子與位於矽表面內鄰近氮原子之矽原子反應，而鍵結形成一緊鄰於上述第一氮化矽層120a之第二氮化矽層120b，而形成一複合(composite)之氮化矽層。此氮化矽層之厚度可依實際需求，適度地調整離子植入程序之植入能量(energy)與植入之氮原子劑量(dose)，以形成所需厚度之氮化矽層。

接著請參照第2c圖，本發明之氮化矽層的形成方法除了適用於如第2a~2b圖內所示之具有露出之水平矽表面之情形外，亦可於適用於如第2c圖內所示之露出於一開口內之矽表面結構。如第2c圖中，存在有一基底100，例如為一矽基底，其上覆蓋有一墊氧化層102與一罩幕層104，以作為製程中之墊層(pad layer)，而墊層與此基底100內，存在有一開口OP，而此開口OP內則存有一經微影及蝕刻程序所定義出的結構，例如為一溝渠106。

首先，依實際需要，可先形成一於適當位置之蝕刻保護層108於此溝渠106內，此蝕刻保護層材質例如為一旋轉塗佈玻璃材料(spin-on oxide glass; SOG)。並適當地露出此位於開口OP內之矽表面(在此為溝渠106內兩側壁旁之基底100)以於矽表面上形成一氮化矽層。

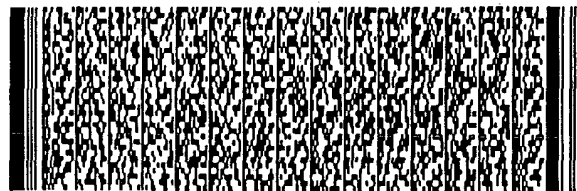
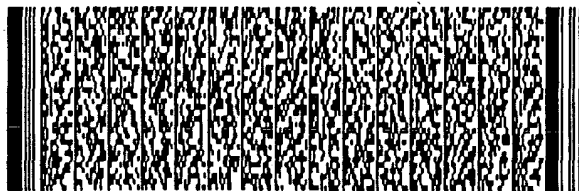
接著，進行一離子植入程序110，植入一預定劑量(約為 $1e14 \sim 5e17$ 原子/平方公分)之氮原子於側壁之矽表面內



五、發明說明 (8)

(基底100內)，其所使用之氮原子來源例如為氮氣(N_2)，而於上述之離子植入程序110中，除了將氮原子植入矽表面內(此為基底100)，並同時經由離子植入之能量(約為200eV~200KeV)將此矽層內矽單晶矽結構間之鍵結破壞，以利後續之熱氮化製程中，氮原子可較易擴散進入與較內層之矽原子反應。

請繼續參照第2d圖，接著施行一熱氮化(thermal nitridation)製程，例如是爐管氮化製程(furnace nitridation)或快速熱氮化製程(rapid thermal nitridation; RTN)，利用裝置於周圍環境中之加熱器(圖未顯示)間接地加熱此基底100至一預定之製程溫度下(介於500~1200℃)，隨後通入一含氮之反應氣體G，例如為氮氣(N_2)、氨氣(NH_3)、笑氣(N_2O)或一氧化氮(NO)，此含氮之反應氣體G於此製程溫度下受熱分解而釋出氮原子，並於此製程溫度下與接觸溝渠106內兩側壁旁之矽表面(基底100)，且由於上述溝渠106內兩側壁旁之基底100受先前離子植入程序之破壞，故環境中之氮原子具有較佳的擴散效果，可擴散進入更內層之矽表面內經由熱氮化法反應而形成一位於側壁表面之第一氮化矽層120a，並於預先植入於側壁矽表面內(溝渠106內兩側壁旁之基底100內)之氮原子與其鄰近之矽原子鍵結形成之一於此矽表面內(溝渠106內兩側壁旁之基底100內)之第二氮化矽層120b，而形成一複合之氮化矽層。此氮化矽層之厚度可依實際需求，適度地調整離子植入程序之植入能量與植入之氮原子劑量，以形



五、發明說明 (9)

成所需厚度之氮化矽層。

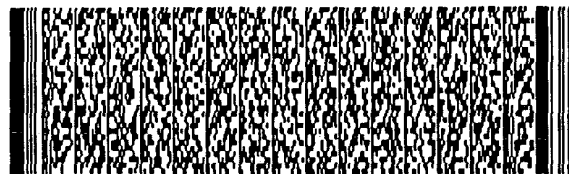
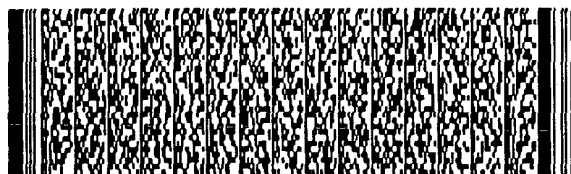
除了上述之應用外，本發明之氮化矽層形成方法，更可適用於實際之半導體製程中，以下僅利用第3a圖至第3d圖之製程流程剖面圖，以說明利用本發明之氮化矽層形成方法，於形成瓶狀溝渠製程上之應用。

首先請參照第3a圖，提供一基底200，例如為一矽基底，其上存在有一墊氧化層210及一罩幕層220以作為製程中之墊層使用。並經由一微影及蝕刻程序，於上述膜層及基底200中，形成一溝渠230。

接著，沉積一順應性(conformal)的介電層240於罩幕層220上及溝渠230內，其沉積方法例如為化學氣相沉積法(LPCVD)或液相沉積法(liquid phase deposition)，其材質例如為二氧化矽。

接著，沉積一毯覆性之蝕刻保護層250材料於表面之介電層240上並溝填於溝渠230內，並覆蓋於溝渠230內之介電層230上，上述蝕刻保護層材料例如為一光阻材料(PR)。接著，蝕刻去除表面之蝕刻保護層材料並凹蝕(recess)位於溝渠230內之蝕刻保護層250材料，以留下一蝕刻保護層250於溝渠230內。接著，利用一蝕刻製程，蝕刻去除罩幕層220以上之介電層240及於溝渠230內未受蝕刻保護層250保護之部份介電層240材料，以於溝渠230內形成一露出溝渠側壁之上部週圍230a，以及一為蝕刻保護層250及介電層240所包覆之下部週圍230b。

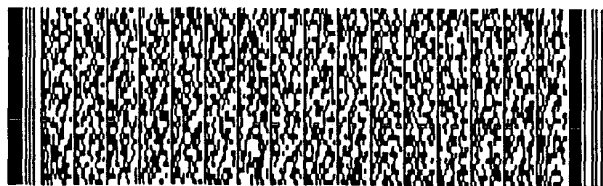
接著，對上部週圍230a內之溝渠側壁進行一離子植入



五、發明說明 (10)

程序255，植入一預定劑量(約為 $1e14 \sim 5e17$ 原子/平方公分)之氮原子於上部週圍230a兩側壁旁之基底200內，其所使用之氮原子來源例如為氮氣(N_2)，於上述之離子植入程序255中，除了將氮原子植入露出之矽表面(在此為上部週圍230a內所露出之基底200)內，並同時利用離子植入之能量(約為 $200eV \sim 200KeV$)將此矽層內單晶矽結構間之鍵結破壞，以利後續之熱氮化製程中，氮原子可更有效地擴散，與較內層之矽原子反應，以形成較厚之氮化矽層。

接著請繼續參照第3c圖，接著經由適當溶劑去除存在於下部週圍230b內之蝕刻保護層250後，隨即施行一熱氮化(thermal nitridation)程序，例如是爐管氮化製程(furnace nitridation)或快速熱氮化製程(rapid thermal nitridation; RTN)，利用裝置於周圍環境中之加熱器(圖未顯示)間接地加熱此基底200至一預定之製程溫度下(介於 $500 \sim 1200^\circ C$)，隨後通入一含氮之反應氣體G，例如為氮氣(N_2)、氨氣(NH_3)、笑氣(N_2O)或一氧化氮(NO)，此含氮之反應氣體G於此製程溫度下受熱分解而釋出氮原子，並於此製程溫度下與接觸此上部週圍230a內所露出之基底200上之矽層，且由於矽層之表面單晶矽結構內之鍵結受先前離子植入程序之破壞，故環境中之氮原子具有較佳的擴散效果，可更擴散進入與矽表面內之矽原子經由熱氮化法反應而形成一位於矽表面之第一氮化矽層260a，並由預先植入於矽表面內之氮原子與其鄰近之矽原子鍵結形成一第二氮化矽層260b，而形成一位於上部週圍



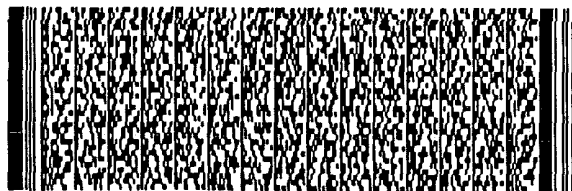
五、發明說明 (11)

230a側壁上之複合之氮化矽層。此氮化矽層之厚度可依實際需求，適度地調整離子植入程序之植入能量與植入之氮原子劑量，以形成所需厚度之氮化矽層。

接著請繼續參照第3d圖，以上述位於上部週圍230a內之氮化矽層(即第一氮化矽層260a與第二氮化矽層260b)作為蝕刻罩幕，採用濕蝕刻法，使用含硝酸與氫氟酸之混合溶液之蝕刻化學品或氨水(NH_4OH)等，等向性(isotropic)蝕刻下部週圍230b內基底200內之矽材料，以形成一如第3d圖內所示位於下部週圍230b內之一展開部270(expanded region)，其具有一較上部週圍230a內溝渠為寬之寬度。此展開部270與位於上部週圍230a內先前之部份溝渠，便形成了一瓶型溝渠結構(bottle shape trench)。

而於上述之蝕刻程序中，由於所使用蝕刻化學品中含有磷酸成份，故對於上部週圍230a內之蝕刻罩幕(在此為第一氮化矽層260a以及第二氮化矽層260b)亦有相當之蝕刻率(約15~3000埃/分)。在此若僅使用熱氮化法以形成此氮化矽層，其形成厚度有限(約20埃)，受限於此氮化矽層之損耗，所形成之展開部270大小亦受到限制，無法形成更大之此展開部，且當氮化矽層消耗完畢，便會造成過度蝕刻，而造成上部週圍內之矽材料遭受蝕刻，而破壞了整體瓶型溝渠之形狀。

而本發明中，於此展開部270的蝕刻過程中，即使當第一氮化矽層260a於蝕刻過程中損耗完畢，可繼續利用第二氮化矽層260b作為蝕刻罩幕，不會有如習知技術中，瓶



五、發明說明 (12)

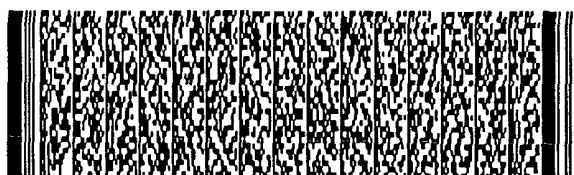
型溝渠外型被破壞之問題，具有增大此濕蝕刻製程之製程裕度(process window)的功效，並可增大瓶型溝渠展開部270內之表面積，展開部270內具有一較大之表面積，於溝渠型電容器(trench shape capacitor)的製作應用上，便可於展開部270內製作出一較大電容量之電容器，具有提升所形成之溝渠型電容器電容量之功效。

請參照表二，為利用本發明之方法，於固定反應氣體流量(約20立方公分/分鐘，standard cubic centimeters per minute; SCCM)下，採用本發明之離子植入加上熱氮化之兩步驟程序，於單一矽晶圓上所形成氮化矽層之結果，於此熱氧化法係利用快速熱氮化法(rapid thermal nitridation; RTN)所完成，所使用之製程溫度、反應時間以及相關之離子植入參數皆詳列於表上。

表二：

氮原子 來源	離子植入條件能量 keV/ 劑量(原子/平方公分)	製程溫度 (°C)	RTN 反應時間 (秒)	形成膜厚 (埃)
N ₂	5kev/5e14	1050	34	19
N ₂	5kev/1e15	1050	34	23

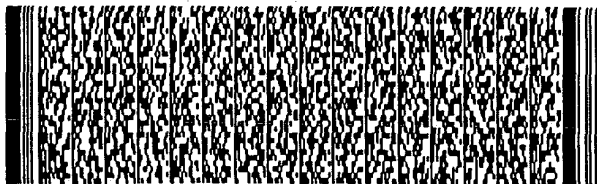
於表二中，利用本發明之方法，首先以氮氣為氮原子來源，植入條件為植入能量約為5keV，植入劑量約為5e14原子/平方公分，再經由1050°C，34秒之RTN製程，所形成之氮化矽層厚度(19埃)較表一中僅使用單一RTN製程所形成之氮化矽層厚度(17.4埃)多出1.6埃(約多出9%)。



五、發明說明 (13)

而當提升所值入之劑量為原先之兩倍(1×10^{15} 原子/平方公分)，所形成之氮化矽層厚度(23 埃)則較先較表一中僅使用單一RTN製程所形成之氮化矽層厚度(17.4 埃)多出5.6 埃(約多出32%)。其效果亦較表一中，經由 1100°C ，90 秒之RTN製程，所形成之厚度(20.5 埃)，多出3.5 埃。以上結果，足以證明本發明之氮化矽層的形成方法有極佳之效果。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



圖式簡單說明

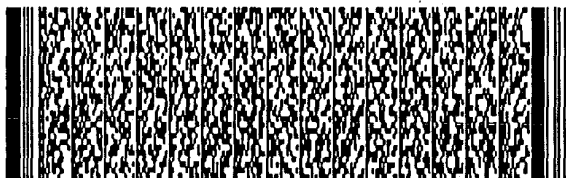
第1圖，為利用熱氮化法形成一氮化矽層之剖面示意圖。

第2a圖至第2d圖，為依據本發明之氮化矽層的形成方法，所形成之氮化矽層之剖面示意圖。

第3a圖至第3d圖，為依據本發明之氮化矽層形成方法，應用於形成瓶狀溝渠製程上之製程流程剖面圖。

【符號說明】

10、100、200~基底； 12~氮化矽層；
102、210~墊氧化層； 104、220~罩幕層；
106、230~溝渠； 108、250~蝕刻保護層；
110、255~離子植入程序；
120a、260a~第一氮化矽層；
120b、260b~第二氮化矽層；
230a~上部週圍； 230b~下部週圍；
240~介電層； 270~展開部；
G~含氮之反應氣體； OP~開口。



六、申請專利範圍

1. 一種氮化矽層的形成方法，包括下列步驟：

提供一表面有矽之基底；

對該矽表面施行一離子植入程序，以植入氮原子於該矽表面內；以及

施行一熱氮化製程，以於該基底上形成一氮化矽層，其中該氮化矽層包括上述矽表面內之氮原子於該矽表面反應而成之氮化矽。

2. 如申請專利範圍第1項所述之氮化矽層的形成方法，其中該氮化矽層更包含該熱氮化製程內之含氮氣體與該矽表面反應而成之氮化矽。

3. 如申請專利範圍第1項所述之氮化矽層的形成方法，其中該基底為一半導體矽基底。

4. 如申請專利範圍第1項所述之氮化矽層的形成方法，其中該矽表面為一水平矽表面或一位於開口內之矽表面。

5. 如申請專利範圍第1項所述之氮化矽層的形成方法，其中該離子植入程序所使用之氣體來源為氮氣(N_2)。

6. 如申請專利範圍第1項所述之氮化矽層的形成方法，其中該離子植入程序所使用之植入能量為介於200eV~200KeV。

7. 如申請專利範圍第1項所述之氮化矽層的形成方法，其中該離子植入程序所使用之氮原子植入劑量介於 $1e14\sim5e17$ 原子/平方公分。

8. 如申請專利範圍第1項所述之氮化矽層的形成方



六、申請專利範圍

法，其中該熱氮化製程為一爐管氮化製程(furnace nitridation)或一快速熱氮化製程(rapid thermal nitridation ; RTN)。

9. 如申請專利範圍第1項所述之氮化矽層的形成方法，其中該熱氮化製程之製程溫度介於500~1200℃。

10. 如申請專利範圍第1項所述之氮化矽層的形成方法，其中該熱氮化製程，所使用之反應氣體為氨氣(NH_3)、氮氣(N_2)、笑氣(N_2O)或一氧化氮(NO)。

11. 一種氮化矽層的形成方法，適用於形成瓶型溝渠製程之應用，包括下列步驟：

提供一矽基底；

形成一溝渠於該矽基底內；

沉積一順應性之介電層於該溝渠內；

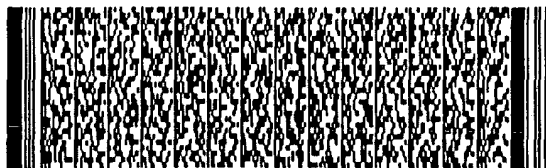
選擇性蝕刻該介電層，以露出該溝渠側壁之上部周圍，留下為殘餘之該介電層包覆溝渠之下部週圍；

對該溝渠側壁進行一離子植入程序，以植入氮原子於該溝渠側壁旁之該矽基底內；

施以一熱氮化製程，以形成一氮化矽層於該溝渠側壁表面，其中該氮化矽層包含該溝渠側壁旁之矽基底內之氮原子與該矽基底反應而成之氮化矽；

去除下部週圍內之該介電層；以及

以該氮化矽層作為蝕刻罩幕，蝕刻該下部週圍之矽基底，以形成一展開部(expanded region)，並由該上部週圍內之該溝渠以及該下部週圍內之該展開部形成一瓶型溝



六、申請專利範圍

渠(bottle shape trench)。

12. 如申請專利範圍第11項所述之氮化矽層的形成方法，其中該氮化矽層更包括該熱氮化製程內之含氮氣體與該溝渠側壁旁之矽基底表面反應而成之氮化矽。

13. 如申請專利範圍第11項所述之氮化矽層的形成方法，其中該介電層材質為二氧化矽。

14. 如申請專利範圍第11項所述之氮化矽層的形成方法，其中沉積該介電層之方法為低壓化學氣相沉積法(LPCVD)或液相沉積法(liquid phase deposition)。

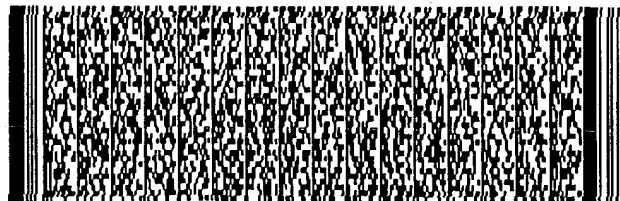
15. 如申請專利範圍第11項所述之氮化矽層的形成方法，其中該離子植入程序，所使用之氣體來源為氮氣(N_2)。

16. 如申請專利範圍第11項所述之氮化矽層的形成方法，其中該離子植入程序所使用之植入能量為介於200eV~200KeV。

17. 如申請專利範圍第11項所述之氮化矽層的形成方法，其中該離子植入程序所使用之氮原子植入劑量介於 $1e14 \sim 5e17$ 原子/平方公分。

18. 如申請專利範圍第11項所述之氮化矽層的形成方法，其中該熱氮化製程為一爐管氮化製程(furnace nitridation)或一快速熱氮化製程(rapid thermal nitridation; RTN)。

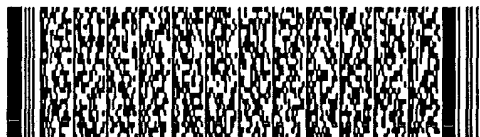
19. 如申請專利範圍第11項所述之氮化矽層的形成方法，其中該熱氮化製程之製程溫度介於500~1200℃。

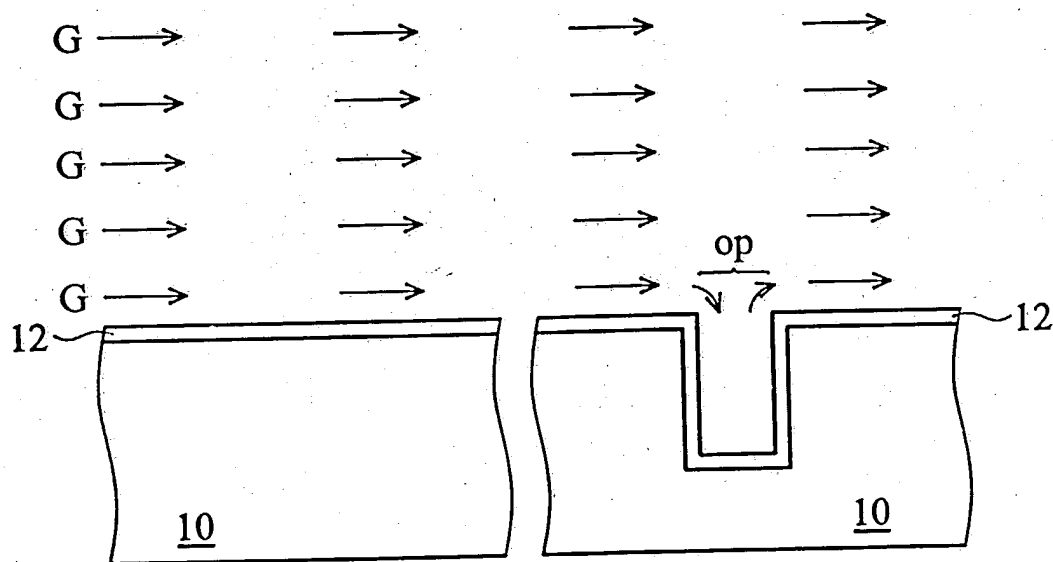


六、申請專利範圍

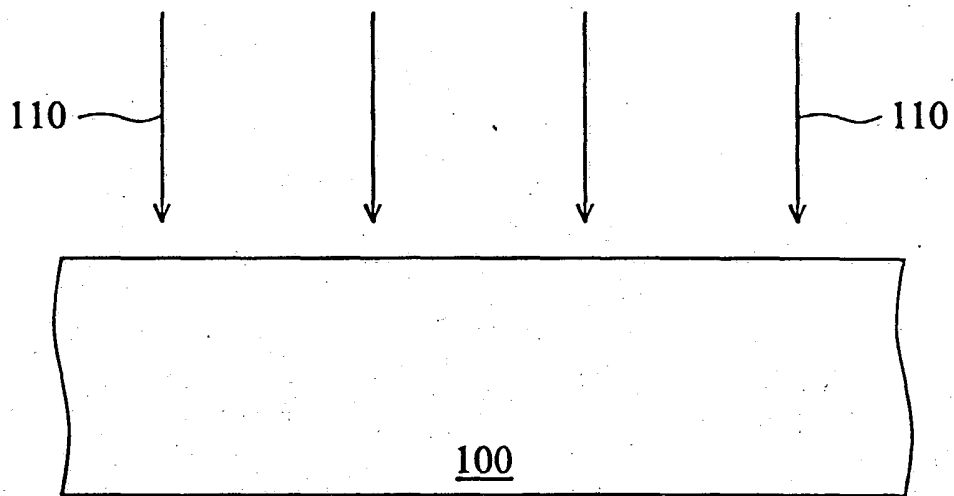
20. 如申請專利範圍第11項所述之氮化矽層的形成方法，其中於該下部週圍內形成瓶狀溝渠之蝕刻方法為濕蝕刻法。

21. 如申請專利範圍第11項所述之氮化矽層的形成方法，其中該展開部(expanded region)其水平寬度大於該上部週圍內該溝渠之水平寬度。

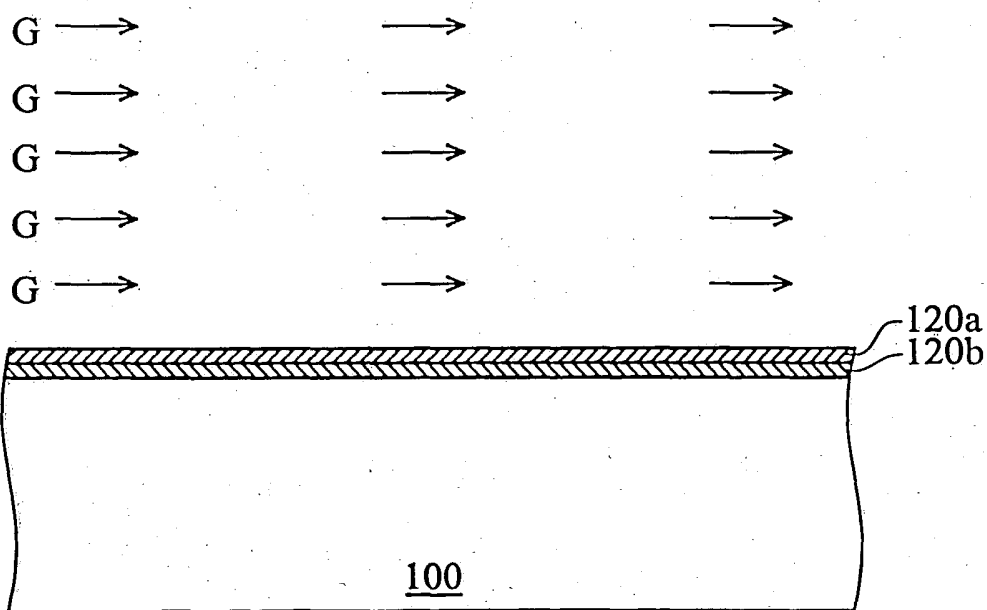




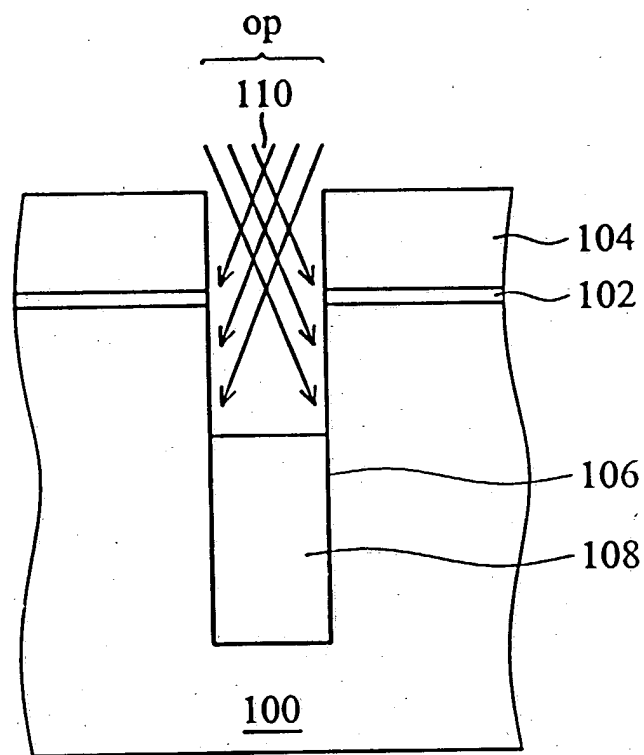
第 1 圖



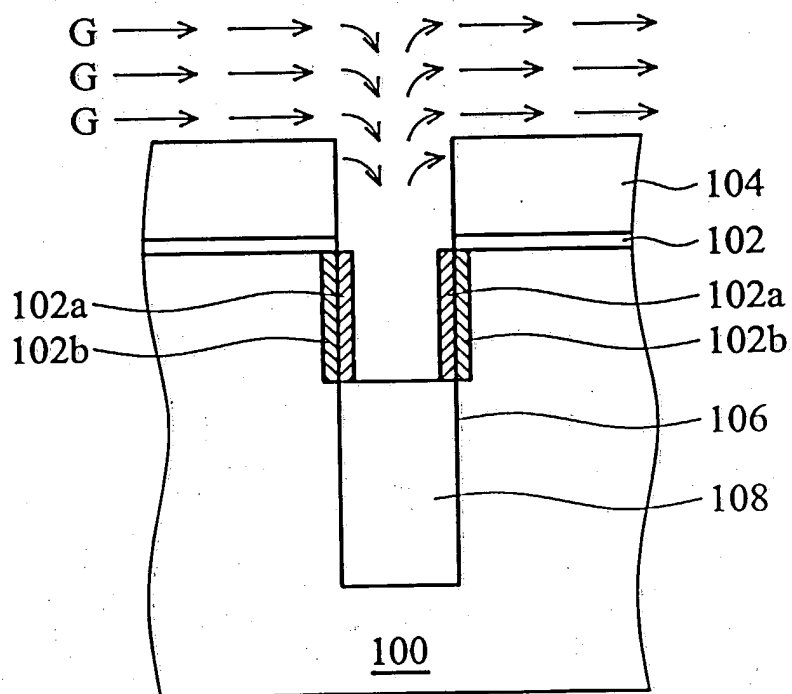
第2a圖



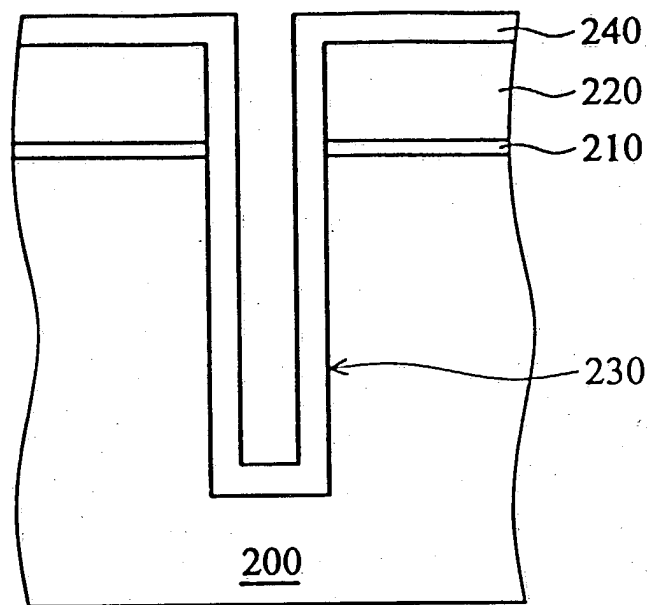
第2b圖



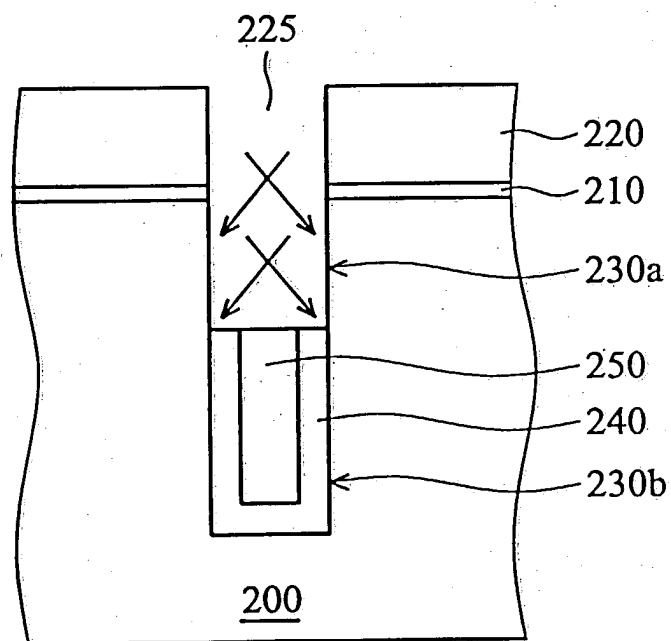
第2c 圖



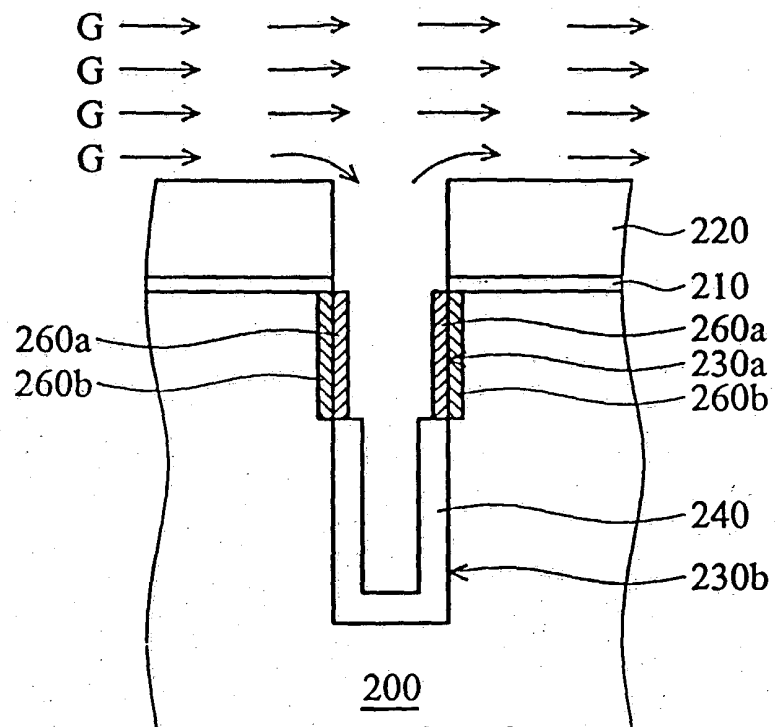
第2d 圖



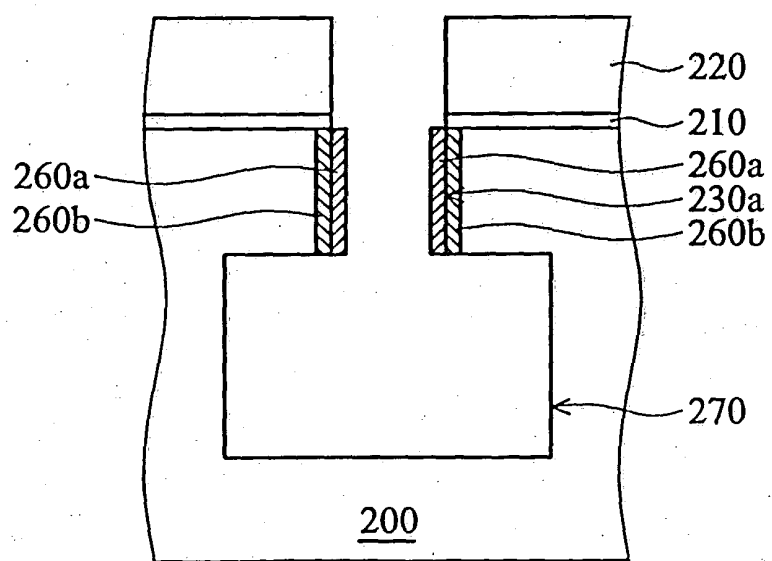
第 3a 圖



第 3b 圖

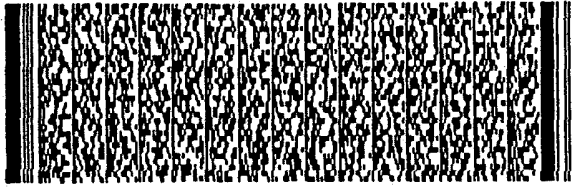


第3c 圖

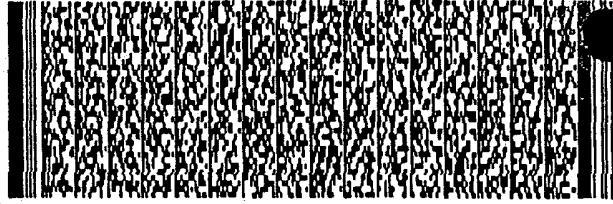


第3d 圖

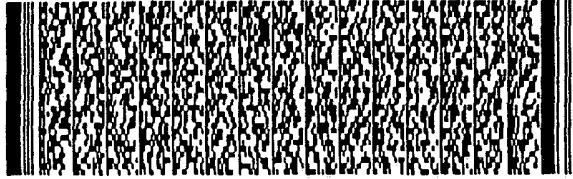
第 1/21 頁



第 2/21 頁



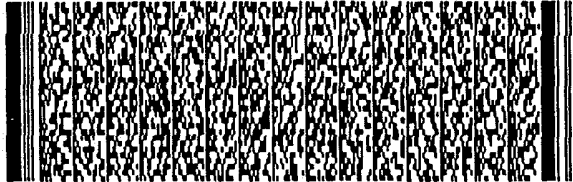
第 4/21 頁



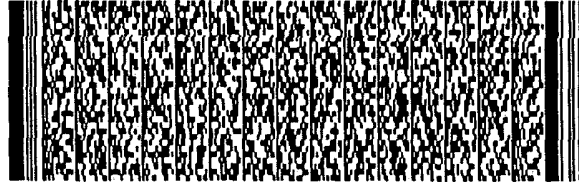
第 4/21 頁



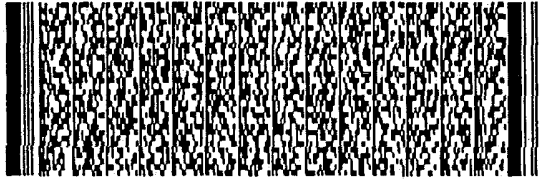
第 5/21 頁



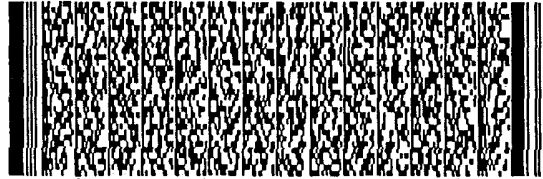
第 5/21 頁



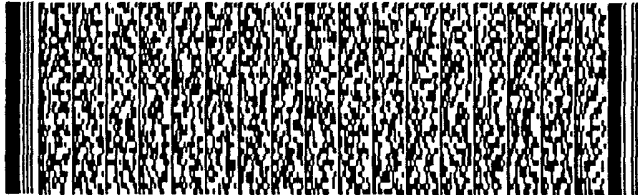
第 6/21 頁



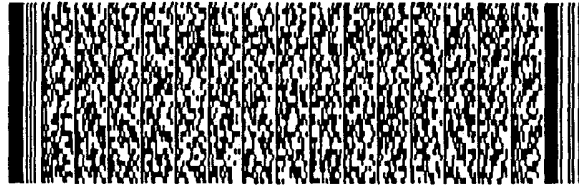
第 6/21 頁



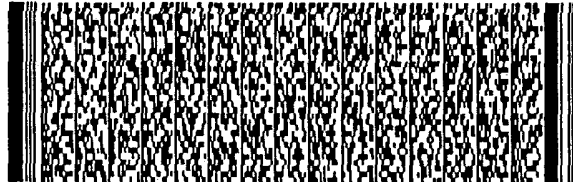
第 7/21 頁



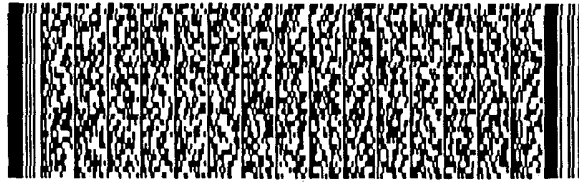
第 8/21 頁



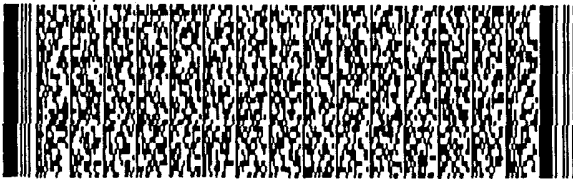
第 8/21 頁



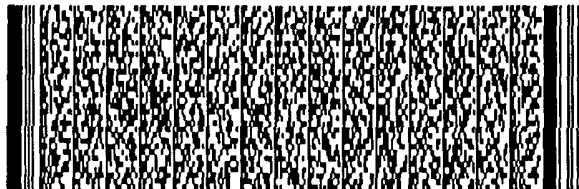
第 9/21 頁



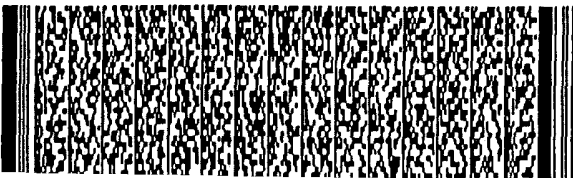
第 9/21 頁



第 10/21 頁



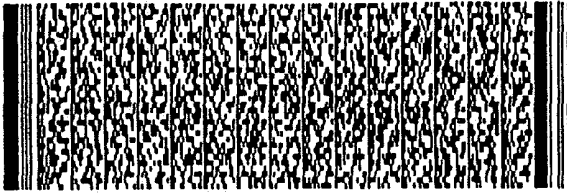
第 10/21 頁



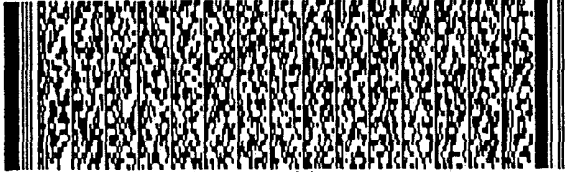
第 11/21 頁



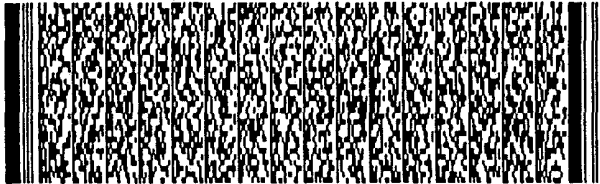
第 11/21 頁



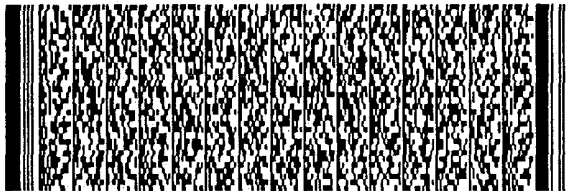
第 12/21 頁



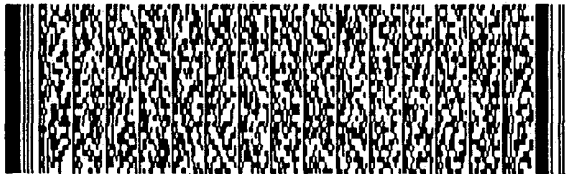
第 13/21 頁



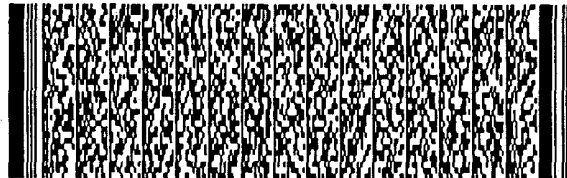
第 14/21 頁



第 15/21 頁



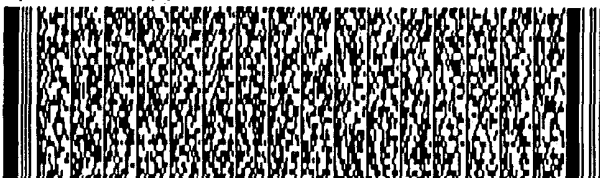
第 17/21 頁



第 19/21 頁



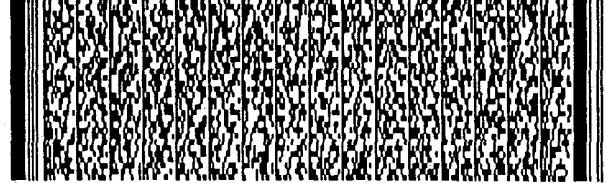
第 20/21 頁



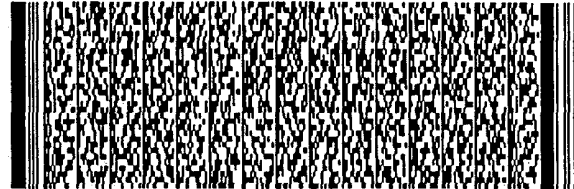
第 12/21 頁



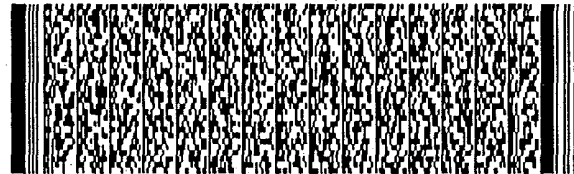
第 13/21 頁



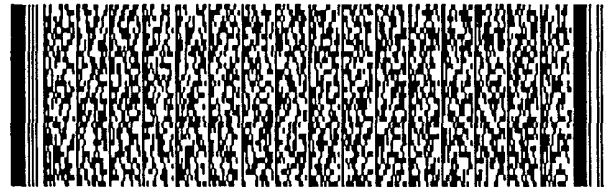
第 14/21 頁



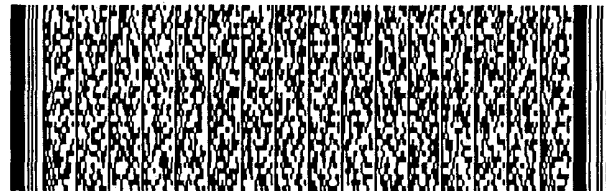
第 15/21 頁



第 16/21 頁



第 18/21 頁



第 19/21 頁



第 21/21 頁

